



Kesan penyahhutan ke atas pola suhu dan kelembapan bandingan di Cameron Highlands, Malaysia: Satu analisis awal

Ahadi Iskandar Ismail¹, Shaharuddin Ahmad¹, Noorazuan Md. Hashim¹, Yaakob Mohd Jani¹

¹Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM, Bangi, Selangor

Correspondence: Ahadi Iskandar Ismail (email: iskandar.ismail@gmail.com)

Abstrak

Sumbangan perubahan guna tanah akibat penyahhutan kepada peningkatan gas karbon dioksida atmosfera adalah salah satu ketidakpastian besar dalam kajian perubahan iklim dan merupakan punca gas karbon dioksida antropogenik kedua terbesar selepas pembakaran api fosil. Terdapat kekurangan kajian tentang penyahhutan di kawasan hutan tropika rantau Asia Tenggara dan kesannya kepada perubahan iklim. Justeru, kajian ini cuba menganalisis kesan perubahan guna tanah akibat penyahhutan di kawasan Cameron Highlands, Pahang ke atas sistem iklim tempatan. Data parameter cuaca untuk tempoh 36 tahun (1970-2006) diperolehi daripada Jabatan Meteorologi Malaysia manakala data guna tanah dibekalkan oleh Jabatan Pertanian Cameron Highlands (1970-2006). Data diproses menggunakan Microsoft excel dan dianalisis menggunakan kaedah statistik mudah seperti regresi linear, koefisien korelasi dan peratusan. Umumnya, hasil kajian mendapati berlaku peningkatan suhu sekitar 0.9°C di stesen MARDI manakala di stesen Tanah Rata hanya sekitar 0.1°C. Peningkatan suhu ini selari dengan perubahan pola guna tanah di Cameron Highlands iaitu dari kawasan hutan menjadi kawasan bandar dan agrikultur. Kadar kelembapan bandingan juga menurun terutamanya di stesen MARDI di pekan Tanah Rata. Penyahhutan yang berlaku ini memberi kesan kepada fenomena perubahan iklim di Cameron Highlands dan seterusnya menjejaskan sedikit industri pelancongan kawasan tanah tinggi. Oleh itu, satu usaha melestarikan pembangunan di Cameron Highlands amat diperlukan bagi menjamin industri pelancongan terus maju di kawasan peranginan tanah tinggi ini pada masa hadapan.

Katakunci: agrikultur, kelembapan bandingan, litupan hutan, penyahhutan, perubahan iklim, pola guna tanah

The impact of deforestation on the patterns of temperature and relative humidity in Cameron Highlands, Malaysia: A preliminary analysis

Abstract

Land use change caused by deforestation is the second biggest source of carbon dioxide after fossil fuel combustion and is one of the biggest uncertainties in climate studies. Yet, in South East Asia studies on deforestation and its effects on climate change are still lacking. To bridge the literature gap, this study analyses the effect of land use changes due to deforestation in Malaysia's Cameron Highlands on the local climate system. Climate data for a period of 36 years (1970 - 2006) were obtained from the Malaysian Meteorological Department while land use data were provided by the Agricultural Department of Cameron Highlands (1970 - 2006). The data were processed by using Microsoft Excel and analysed with simple statistical methods, such as linear regression, coefficient of correlation and percentage. Generally, the results showed that there was a rise in temperature of around 0.9°C in the MARDI station and a 0.1°C rise near the Tanah Rata station. The temperature increment was in line with the change in land use patterns in Cameron Highlands, from densely forested areas into urban and agricultural areas. Relative humidity had also decreased particularly at the MARDI station, Tanah Rata town. Deforestation had affected the climate

of Cameron Highlands and had had a negative impact on the highlands tourism industry. A more sustainable development is thus necessary for Cameron Highlands to ensure the continued flourishing of its tourism industry.

Keywords: agriculture, climate change, deforestation, forest cover, land use pattern, relative humidity

Pengenalan

Masalah pembangunan di kawasan tanah tinggi berkait rapat dengan pembersihan kawasan hutan atau pengnyahhutan untuk dijadikan kawasan pertanian, petempatan dan bentuk pembangunan yang lain. Situasi ini sudah lama dialami oleh kawasan tanah tinggi di Malaysia ini khasnya di sekitar Cameron Highlands, Genting Highlands, dan Fraser's Hill, Pahang serta Lojing di Kelantan. Secara langsung, akan berlaku perubahan guna tanah di kawasan berkaitan dan dengan itu mempengaruhi ekosistem ruangnya. Salah satu kesan yang amat ketara adalah perubahan kepada parameter cuaca terutamanya pola suhu, kelembapan bandingan dan pola taburan hujan. Menurut Meyer & Turner (1992) perubahan pola guna tanah dan kesannya terhadap ekosistem ini diklasifikasikan sebagai satu bentuk baru yang dikenali sebagai kategori hybrid (*hybrid category*).

Di negara-negara beriklim tropika seperti Malaysia yang juga merupakan negara sedang membangun, perubahan yang berlaku pada hutan hujan tropika perlu diberi perhatian serius dalam konteks perubahan iklim dunia masa kini. Biom hutan hujan tropika dianggap sebagai komponen penting dalam mekanisme perubahan iklim dunia kerana potensinya menjadi satu kawasan simpanan karbon dan penyumbang utama kepada gas oksigen dan karbon dioksida (CO_2) dunia. Dianggarkan, hutan hujan tropika menyimpan lebih kurang 40% daripada keseluruhan jumlah karbon dunia (Malhi & Grace, 2000). Mengikut kajian dan permodelan songsang (*inverse modelling*) bagi kepekatan CO_2 dalam atmosfera pula, penyelidik seperti Schimel et al. (2001) dan Rödenbeck et al. (2003) merumuskan bahawa ekosistem hutan hujan tropika mempunyai potensi untuk menyerap antara 1 hingga 3 Gigaton karbon setiap tahun. Ini mencerminkan peranan besar kawasan hutan hujan tropika itu sendiri dalam kitar karbon global. Menurut Hoffman et. al. (2006), peranan CO_2 sebagai salah satu gas rumah hijau telah lama diketahui umum dan menjadi daya radiatif gas yang bertanggungjawab kepada perubahan iklim sebanyak kira-kira 63.0%. Dilihat dari aspek ini, penebangan hutan hujan tropika yang luasnya meliputi 800 juta hektar kawasan permukaan dunia, pada kadar 14 juta hektar setahun (Pielke, 2007), adalah salah satu penyumbang gas rumah hijau yang utama di dunia. Justeru itu, sebarang tindakan penyahhutan secara besar-besaran pasti akan mengubah pola iklim bukan sahaja di peringkat tempatan tetapi juga di peringkat dunia.

Kajian perubahan guna tanah selama 300 tahun oleh Goldewijk dan Ramankutty (2004) mendapati bahawa berlaku peningkatan luas kawasan tanaman dunia daripada 3 – 4 juta kilometer persegi pada tahun 1700 kepada 15 – 18 juta kilometer persegi pada tahun 1990. Lantaran itu, aktiviti perubahan guna tanah, termasuklah nyah hutan, menjadi punca antropogenik gas CO_2 kedua terbesar selepas pembakaran bahan api fosil (Le Quéré et al., 2009), dan muncul sebagai salah satu penyumbang gas rumah hijau yang penting untuk dipertimbangkan. Di negara beriklim khatulistiwa seperti Malaysia pula, terdapat kebarangkalian yang tinggi bahawa perubahan guna tanah yang berlaku melibatkan penebangan hutan hujan tropika yang sedia ada demi mencapai potensi pembangunan tertentu.

Penebangan hutan hujan tropika demi pembangunan menjadi satu isu yang lebih runcing bagi kawasan tanah tinggi kerana beberapa faktor. Pertama, sungguh pun terdapat kajian yang menyatakan bahawa jumlah kepelbagaian spesies berkadar songsang dengan peningkatan altitud (Silman, 2007), namun tanah tinggi merupakan kawasan berendemisme tinggi kerana mempunyai spesies yang cuma dapat mandiri di altitud tinggi seperti yang dibuktikan oleh Allen (1990) di Amerika Utara dan Rull (2005) di Amerika Selatan. Di kawasan tanah tinggi seperti Cameron yang mempunyai beberapa zon altitud berbeza, taburan kepelbagaian biologi (*biodiversity*) juga lazimnya didapati berbeza dan bersifat eksklusif kepada zon itu (Muul & Liat, 1978). Menurut beberapa simulasi iklim IPCC (2001), kawasan pergunungan tropika dijangka akan mengalami pemanasan sebanyak 2°C hingga 3°C. Sehubungan itu, peningkatan tersebut sudah pasti akan

menjejas taburan spesies di kawasan tanah tinggi yang begitu sensitif. Kehilangan spesies pokok tertentu juga didapati mempunyai kesan berantai dalam ekosistem hutan hujan dan mampu mengubah iklim-mikro hutan dengan signifikan (Leong, 1992).

Kebanyakan kawasan tanah tinggi yang cukup luas dalam rantau khatulistiwa menjadi sumber ekonomi yang penting kerana sumbangannya terhadap penghasilan pertanian tanaman tertentu dan juga kerana suasana yang secara relatifnya lebih sejuk daripada kawasan sekeliling menjadi tarikan pelancongan. Pemanasan iklim di kawasan tanah tinggi khatulistiwa kerana perubahan guna tanah boleh menggugat potensi ekonomi tersebut.

Secara umumnya kajian lalu di rantau Asia Tenggara tentang kesan perubahan guna tanah ke atas pola cuaca tempatan lebih banyak memberi fokus kepada kawasan bandar di altitud rendah seperti Kuala Lumpur (Sham, 1972, 1973, 1986; Shaharuddin, 1994; Shaharuddin et. al. 2006a dan 2006b, 2007, 2008, 2009, 2010a dan 2010b), Jakarta (Dewi, 2005; Sobri Effendi, 2007; Nur Ikhwani Khusaini, 2008), dan Singapura (Jusuf et al., 2007). Namun terdapat beberapa contoh kajian yang hampir sama dilakukan di kawasan tanah tinggi, khususnya di Malaysia. Misalnya Chan et al. (2003) telah mengkaji impak pembangunan guna tanah ke atas iklim Cameron Highlands menggunakan data suhu dan kelembapan dan mendapati peningkatan sebanyak 1.5°C (Habu) dan 0.6°C (Tanah Rata) di kawasan tersebut. Mereka mengaitkan perubahan iklim dengan pembangunan kawasan bandar yang pesat sejak beberapa dekad yang lalu. Leong (2006) mengesahkan bahawa peningkatan suhu di Cameron Highlands sebenarnya adalah selaras dengan pemerhatian pola suhu sedunia. Hal ini menunjukkan bahawa sudah terdapat banyak penunjuk tentang peningkatan suhu di kawasan Tanah Tinggi Cameron. Bagaimana pun, kajian yang telah dijalankan khususnya di kawasan tanah tinggi ini belum menunjukkan kaitan yang signifikan antara perubahan guna tanah, terutamanya akibat penyahhutan, dan perubahan iklim di daerah tersebut. Justeru itu, makalah ini cuba menganalisis pembangunan kawasan khasnya kesan penyahhutan di kawasan Cameron Highlands terhadap pola suhu dan kelembapan bandingan. Di samping itu, makalah ini juga cuba menganalisis pengaruh lain yang menyebabkan berlakunya perubahan tersebut sejak beberapa dekad yang lalu hingga ke hari ini di kawasan kajian.

Kawasan dan kaedah kajian

Cameron Highlands (Tanah Tinggi Cameron) adalah daerah paling kecil dalam negeri Pahang Darul Makmur dan bersempadan dengan Kelantan di sebelah utara dan Perak di sebelah baratnya. Kedudukannya di antara 4°20'U – 4°37'U dan 101°20' – 101°36'T dan termasuk dalam Banjaran Titiwangsa. Daerah Cameron Highlands dianggarkan mempunyai keluasan 71,218 ha. Permukaannya berbukit–bukau dan mempunyai puncak tertinggi yang boleh dicapai menggunakan jalan di Semenanjung Malaysia, iaitu Gunung Brinchang (2031m). Gunung-gunung lain yang terdapat dalam kawasan daerah tersebut termasuklah Gunung Swettenham (1961m), Gunung Siku (1916m), Gunung Beremban (1840m), Gunung Cantik (1802) dan Gunung Jasar (1670m).

Kajian ini memberi tumpuan kepada kawasan Cameron Highlands, Pahang (Rajah 1). Kawasan yang dikaji merangkumi pekan Tanah Rata, Berincang, Ringlet dan Kampong Raja serta petempatan lain di sekitarnya. Maklumat tentang pola guna tanah kawasan kajian diperolehi daripada Jabatan Pertanian Malaysia bagi tahun 1974, 1984, 1997 dan 2006. Data suhu dan juga kelembapan bandingan bagi Cameron Highlands pula dibekalkan oleh Jabatan Meteorologi Malaysia yang merangkumi tahun-tahun yang dikaji.

Kajian ini menggunakan data sekunder daripada dua pihak iaitu data suhu dan kelembapan bandingan daripada Laporan Tahunan Jabatan Meteorologi Malaysia, dan data perubahan guna tanah kawasan Cameron Highlands daripada Jabatan Pertanian. Data daripada Jabatan Meteorologi Malaysia merangkumi empat dekad iaitu dari 1970-an hingga 2000-an. Data daripada Jabatan Pertanian adalah data terhad yang diambil dalam selang hampir setiap dekad iaitu 1970, 1974, 1984, 1997, dan 2006. Di samping itu, pemerhatian di kawasan kajian juga turut dilakukan.



Rajah 1. Petempatan utama di daerah Cameron Highlands

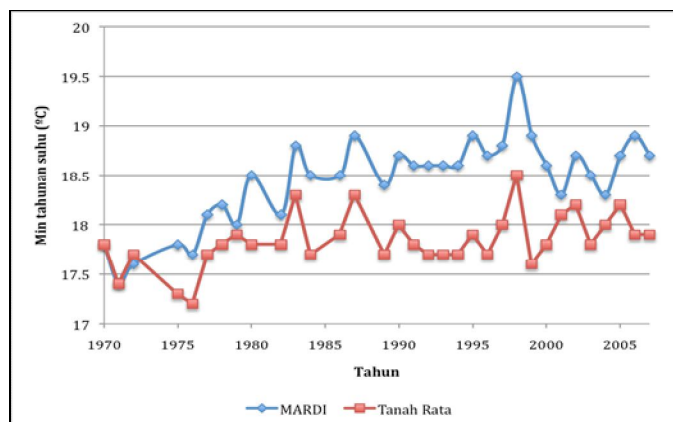
Data perubahan pola guna tanah dan data perubahan suhu dan kelembapan bandingan dimasukkan ke dalam perisian Microsoft Excel untuk diproses. Beberapa kaedah statistik mudah digunakan bagi menganalisis data tersebut seperti regresi linear, koefisien korelasi dan peratusan untuk mengenalpasti sebarang hubungkait yang dapat dikesan antara parameter tersebut.

Hasil kajian

Min suhu tahunan

Berdasarkan bacaan min suhu tahunan selama 36 tahun, iaitu dari tahun 1970 hingga tahun 2006, didapati secara keseluruhannya terdapat satu arah aliran peningkatan suhu di kedua-dua stesen yang dikaji. Tahun pertama bacaan mula diambil memberikan bacaan suhu paling rendah di stesen MARDI, tetapi bagi stesen Tanah Rata pula, pada awalnya terdapat trend penurunan hingga mencapai suhu 17.2°C pada tahun 1976, iaitu min suhu terendah yang tercatat di seluruh Cameron Highlands sejak tahun 1970 (rujuk Rajah 2).

Sungguh pun semasa bacaan mula diambil, kedua-dua stesen menunjukkan min suhu yang sama pada tahun 1970, (17.8°C), stesen MARDI mencatatkan bacaan yang meningkat lebih mendadak hingga memuncak pada tahun 1998 dengan bacaan 19.5°C. Tahun tersebut juga menunjukkan bacaan yang tertinggi di stesen Tanah Rata, iaitu sebanyak 18.5°C. Peningkatan min suhu tahunan di stesen MARDI lebih ketara iaitu sebanyak 0.9°C, manakala stesen Tanah Rata menunjukkan peningkatan yang kurang ketara iaitu sebanyak 0.1°C.



Sumber: Jabatan Meteorologi Malaysia 1965 – 2007

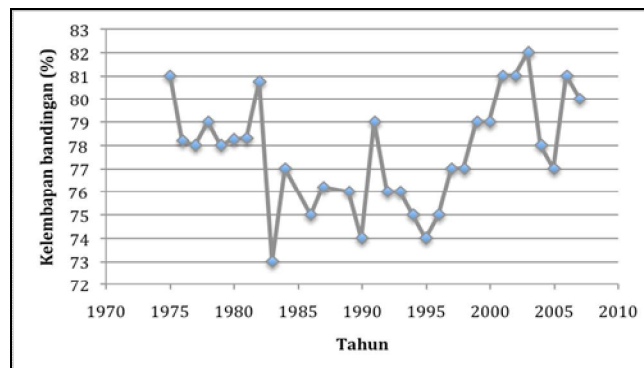
Rajah 2. Min tahunan suhu di Stesen Iklim MARDI berbanding min tahunan suhu di Stesen Tanah Rata tahun 1970 – 2006

Perbezaan suhu di kedua-dua tempat ini mungkin kerana kedudukan stesen-stesen tersebut. Stesen MARDI terletak berdekatan dengan kawasan yang mengalami pembangunan yang pesat dan kurang litupan hutan manakala stesen Tanah Rata pula terletak hampir 3 kilometer dari pusat pekan Tanah Rata, di sebuah kawasan yang masih mempunyai litupan hutan yang agak banyak. Ini selaras dengan dapatan Leong (1992) yang mengemukakan bukti bahawa perubahan litupan tanah di kawasan tanah tinggi ini daripada kawasan hutan kepada jalan, bangunan dan sebagainya telah meningkatkan min suhu kawasan ini. Pengaruh fenomena pulau haba juga patut diambilkira sebagai faktor yang menyumbang kepada peningkatan dalam min suhu tahunan di stesen MARDI.

Kelembapan bandingan

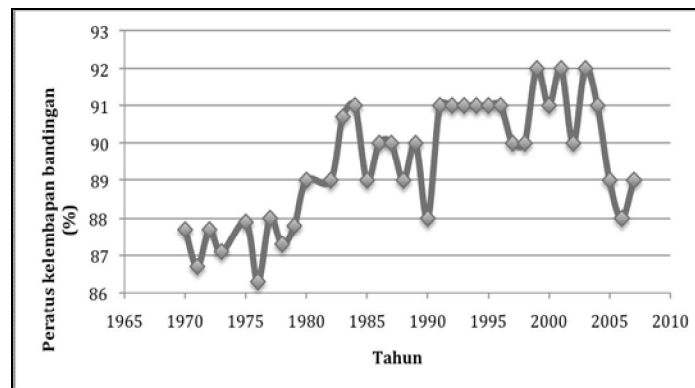
Hutan hujan tropika di kawasan tanah tinggi dianggap sebagai “hutan awan” kerana keupayaannya untuk memerangkap kelembapan daripada udara. Proses nyah hutan menjejaskan fungsi kawasan ini untuk berbuat demikian, dan kesan ini dikatakan lebih penting dalam mengubah iklim mikro kawasan tersebut berbanding perubahan suhu yang berlaku (Chan, 2003).

Data peratusan kelembapan bandingan dari tahun 1970 hingga 2007 menunjukkan peningkatan nilai tersebut di stesen Tanah Rata, manakala di stesen MARDI terdapat penurunan mendadak selepas tahun 1980, tetapi peratus kelembapan bandingan tersebut mula meningkat semula selepas tahun 1995. Namun demikian cerapan selama 37 tahun di stesen MARDI menunjukkan penurunan dalam peratus kelembapan bandingan sungguh pun nilainya agak kecil, iaitu sebanyak 1% sahaja. Di stesen Tanah Rata pula peningkatan bacaan adalah sebanyak 2% menjelang tahun terakhir cerapan diambil. Walau bagaimana pun, sebelum itu peningkatan peratusan kelembapan bandingan berlaku secara mendadak, terutamanya pada pertengahan 1980-an, hingga mencecah nilai 90% dan memuncak semasa awal 2000 pada kadar 92%, iaitu peningkatan hampir 4% berbanding cerapan permulaan. Peningkatan peratusan kelembapan bandingan ini adalah berlawanan dengan apa yang biasanya dijangka apabila terdapat peningkatan suhu di kawasan tersebut. Keadaan ini mungkin kerana peningkatan jumlah tanaman pertanian di kawasan berkenaan yang menjelaskan peningkatan nilai tersebut. Tanaman agrikultur seperti teh didapati boleh meningkatkan kelembapan bandingan sesebuah kawasan apabila ditanam bersama-sama dengan tanaman lain iaitu dengan cara meningkatkan kerencaman struktur vegetasi (Parham, 2010). Pengairan hasil daripada pembangunan agrikultur juga mungkin menyumbang kepada peningkatan kelembapan bandingan ini sepertimana yang didapati oleh Jacobson (2008) di California.



Sumber: Jabatan Meteorologi Malaysia 1965 - 2007

Rajah 3. Min tahunan kelembapan bandingan Stesen Iklim MARDI 1970–2007



Sumber: Jabatan Meteorologi Malaysia 1965 - 2007

Rajah 4. Min tahunan kelembapan bandingan Stesen Tanah Rata 1970 - 2007

Perubahan pola guna tanah

Berdasarkan data perubahan guna tanah Cameron Highlands selama 16 tahun (1990 hingga 2006), terdapat penurunan peratus jumlah kawasan hutan sebanyak 7.2%, iaitu daripada keluasan sekitar 62,991 hektar pada tahun 1990 kepada 58,535 hektar pada tahun 2006 (Jadual 1 dan Jadual 2). Ini selaras pula dengan peningkatan guna tanah pembangunan bandar dan perkebunan yang meningkat hampir 79% daripada 5,435 hektar pada tahun 1990 kepada 9,749 hektar pada 2006. Sungguh pun kawasan yang telah terbina secara relatif lebih kecil daripada kawasan tanah hutan, kadar penyebaran kawasan bagi perkebunan dan perbandaran adalah sangat pesat. Jika dibandingkan, 7.2% kawasan tanah hutan yang diolah bagi pembangunan itu adalah seluas 4,456 hektar. Sungguh pun demikian, lebih banyak kawasan agrikultur yang menjadi tumpuan pembangunan, iaitu peningkatan sebanyak 3,830 hektar dalam masa 16 tahun itu, manakala kawasan bandar cuma menyumbang 10.9% (484 hektar) daripada kawasan guna tanah yang baru dibangunkan. Ini mungkin mencerminkan tumpuan pembangunan di Cameron Highlands yang mengutamakan kawasan agrikultur yang biasanya memerlukan lebih banyak ruang. Pada masa yang sama, pembangunan kawasan bandar masih memainkan peranan penting dalam perubahan guna tanah di sini kerana kadar peningkatan keluasannya yang sangat besar iaitu sebanyak 98%, iaitu daripada 493 hektar pada tahun 1990 kepada 977 hektar pada 2006.

Jadual 1. Peratus perubahan pola guna tanah di kawasan Cameron Highlands (1990 – 1996)

Kategori guna tanah utama	Keluasan guna tanah (Ha)		Jumlah perbezaan (Ha)	% perubahan
	1990	1996		
Bandar dan kawasan pembangunan	493	568	75	15.21
Tanaman perkebunan, industri, kekal dan lain-lain	4,942	6,728	1,786	36.14
Hutan	62,991	60,897	-2,094	-3.32

Sumber: Jabatan Pertanian Malaysia

Peningkatan pembangunan kawasan ini berlaku paling mendadak dalam tempoh di antara 1996 dan 2006, iaitu sebanyak 72%. Penyebaran kawasan terbina meningkatkan kawasan permukaan yang berbeza daripada tumbuhan asal sesebuah kawasan kepada kawasan tepubina. Keadaan ini dilaporkan mampu mengubah ciri-ciri permukaan tanah setempat (*land surface characteristics*), lantas mempengaruhi suhu permukaan dan juga fluks haba pendam (*latent heat flux*) (Dale, 1997). Perubahan albedo, contohnya dapat mengubah ciri permukaan tanah dengan meningkatkan suhu permukaan apabila albedo berkurangan akibat permukaan jalan raya bertambah dan sebagainya (Dickinson, 1991 dan Sagan et al., 1979). Ini mungkin menjelaskan pola perubahan suhu yang direkodkan di Cameron Highlands, terutamanya di kawasan yang lebih membangun dan terbuka. Penambahan kawasan agrikultur pula mungkin menjelaskan

peningkatan kecil dalam peratusan kelembapan bandingan yang didapati di Stesen Tanah Rata. Terdapat kemungkinan bahawa proses pembangunan kawasan pertanian telah melambatkan perubahan iklim tempatan sungguhpun proses tersebut juga turut meninggalkan kesan sampingan lain akibat perolahan kawasan hutan menjadi kawasan pertanian monokultur.

Jadual 2. Peratus perubahan pola guna tanah di kawasan Cameron Highlands (1996 – 2006)

Kategori guna tanah utama	Keluasan guna tanah (Ha)		Jumlah perbezaan (Ha)	% perubahan
	1996	2006		
Bandar dan kawasan pembangunan	568	977	409	72.01
Tanaman perkebunan, industri, kekal dan lain-lain	6,728	8,772	2,044	30.38
Hutan	60,897	58,535	-2,362	-3.88

Sumber: Jabatan Pertanian Malaysia

Implikasi perancangan di Cameron Highlands

Dapatan awal daripada kajian ini menunjukkan bahawa peningkatan suhu berlaku di kawasan Cameron Highlands serentak dengan perubahan guna tanah akibat kegiatan penebangan hutan semula jadi. Ini mungkin menandakan terdapat hubungan antara pencerahan kawasan hutan bagi pembangunan dan perubahan iklim setempat di sini. Sungguhpun lebih mudah untuk menyatakan penebangan hutan sebagai isu utama yang perlu diatasi, langkah-langkah pembendungan masalah perubahan guna tanah akibat penyahhutan menjangkaui kegiatan tersebut dan meliputi aspek-aspek lain dalam perancangan pembangunan Cameron Highlands.

Penyahhutan yang mencetuskan perubahan iklim akan mempunyai kesan meluas ke atas dua sektor utama yang menjana ekonomi Cameron Highlands iaitu agrikultur dan pelancongan. Jika kadar penebangan hutan mencecah daya tampungan ekosistem kawasan tersebut, perubahan ke atas iklim yang bakal berlaku mungkin akan mengurangkan hasil tanaman yang diperoleh. Jenis tanaman yang didapati di kawasan tersebut seperti strawberi contohnya didapati mengalami jangkamasa kitaran hidup yang lebih singkat apabila berlakunya peningkatan dalam suhu (Palencia et al., 2009).

Perubahan iklim tempatan akibat penebangan hutan juga mungkin mengurangkan daya tarikan kawasan pelancongan. Peningkatan suhu Cameron Highlands menjejaskan tahap keselesaan para pelancong yang melawat untuk menikmati kesejukan semulajadi kawasan tanah tinggi. Kawasan tepubina yang menggantikan litupan hutan menyebabkan kehilangan salah satu faktor penting yang menarik minat pelancong ke kawasan tersebut. Kehilangan atau perubahan ketara ke atas taburan spesies dalam ekosistem tersebut bukan sahaja menjejaskan sektor pelancongan malah juga akan mengganggu perkhidmatan semulajadi ekosistem.

Cameron Highlands adalah kawasan yang unik. Keunikan tersebut perlu dilestarikan. Oleh itu hanya projek pembangunan yang berkualiti iaitu yang bersifat mapan sahaja yang sepatutnya diberi keutamaan. Pembangunan ekonomi yang mapan di Cameron Highlands memerlukan penambahan prasarana dan pengolahan sumber semulajadi secara bijaksana. Ini penting bagi memajukan industri pertanian dan industri lain yang menjadi pergantungan hidup komuniti tempatan. Perancangan yang tidak mengambil kira kelestarian ekosistem semulajadi tempatan terbukti telah menggugat perkembangan ekonomi. Tegasnya, perlu ada keseimbangan yang dinamik antara pembangunan kawasan tersebut bagi mendapatkan pulangan ekonomi dan juga pemeliharaan dan pemuliharaan hutan semulajadi. Hanya melalui perancangan yang teliti dan menyeluruh, pembangunan dan perubahan guna tanah yang berlaku di Cameron Highlands dapat ditampung oleh ekosistem tempatan dan tidak mencetuskan perubahan iklim yang terlalu mendadak. Satu langkah yang boleh disyorkan ialah melalui pengezonan kawasan mengikut kerentanan kepada perubahan alam. Barrow (2003) menggariskan beberapa sistem pengezonan mengikut potensi kegunaan kawasan itu atau pun juga sistem pengezonan yang memberatkan pemeliharaan kepelbagaian biologi. Pengezonan tersebut adalah bagi memastikan pembangunan

mengikut keperluan aktiviti ekonomi setempat. Misalnya bagi mengekalkan suhu setempat demi kemajuan industri pelancongan, had atau sempadan penebangan hutan yang dibenarkan hendaklah ditentukan dengan lebih nyata supaya perubahan dan penyahhutan yang berlaku tidak melampaui batas yang telah ditetapkan. Garis panduan khas bagi pembangunan pelancongan Cameron Highlands juga patut disediakan kerana kawasan ini berpotensi untuk berkembang menjadi satu nic dalam sektor pelancongan negara. Keistimewaan utama daerah ini ialah iklimnya yang jelas berbeza daripada iklim khatulistiwa di kawasan tanah rendah. Perbezaan ini menggalakkan perkembangan industri pelancongan massa berasaskan keindahan dan kenyamanan selain agropelancongan. Kawasan peranginan tanah tinggi ini semakin digemari oleh agensi kerajaan dan swasta untuk dijadikan sebagai tempat berbunga, berseminar dan bermesyuarat. Oleh itu, keadaan cuaca yang nyaman dan segar perlulah dijaga dan dikekalkan.

Pengezonan kawasan dan pemeliharaan hutan semulajadi juga perlu digabungkan dengan konsep guna semula kawasan yang sudah dibangunkan. Misalnya bangunan lama dan projek terbengkalai yang terdapat di kawasan yang sudah dibangunkan perlu dirancang dan diurus supaya turut membantu mengekalkan keseimbangan ekosistem setempat. Ini bukan sahaja dapat mengawal proses pembangunan tanah tetapi juga akan turut mencantikkan kawasan yang sedia ada. Kewujudan senibina unik yang dipinjam daripada pihak British yang menetap di sini pada zaman kolonial juga menjadi ciri istimewa pelancongan di Cameron Highlands. Justeru itu, pembangunan kawasan pelancongan di sini perlulah menepati satu piawaian tertentu supaya terdapat tarikan estetika yang tidak bercanggah dengan daya tarikan sedia ada. Selain seni bina, bangunan yang dibina juga patut mematuhi syarat ketinggian tertentu agar tidak mengganggu pemandangan kawasan sekeliling. Pemeliharaan tersebut juga perlu mengambil kira penggunaan bahan binaan mesra alam dan amalan pengurusan terbaik bagi mencapai matlamat pembangunan pelancongan yang lebih mapan.

Satu aspek yang sangat penting dalam memastikan pembangunan yang lestari di Cameron Highlands ialah kerjasama antara pelbagai pihak dalam proses perancangan dan juga perlaksanaan. Dalam sektor pertanian, Kumaran dan Ainuddin (2003), Chan (2003) dan Barrow (2003) mengutarakan isu pemberian Lesen Menduduki Sementara (*Temporary Occupation Licence*) yang perlu dikawal dengan lebih ketat untuk mengelakkan penyahhutan kawasan tanah tinggi akibat perluasan tanah pertanian. Justeru itu, perancangan pembangunan pertanian juga perlu mengambil kira kepentingan pemeliharaan hutan. Kerjasama antara kerajaan tempatan dan pihak perancang pembangunan kawasan pertanian, iaitu pemilik tanah perlu ditingkatkan dengan memastikan mereka menyedari kepentingan usaha tersebut.

Pemantauan yang lebih ketat juga perlu dilaksanakan ke atas penebangan dan pembersihan hutan secara haram dengan memastikan penguatkuasaan undang-undang yang lebih cekap. Halangan utama bagi perlaksanaan pemantauan tersebut ialah kekurangan kerjasama antara pihak berkepentingan dalam pembangunan Cameron Highlands. Pertubuhan Bukan Kerajaan (NGO) seperti REACH, Persatuan Pencinta Alam Malaysia (MNS) dan Tabung Alam Sedunia (WWF) dan juga komuniti orang asli dan penduduk tempatan perlu bertindak sebagai pemantau yang dapat memberi maklumbalas dan aduan kepada pihak pentadbir (Chan 2003). Ini akan mewujudkan satu wahana komunikasi dua hala di antara pihak-pihak terbabit.

Kesimpulan

Pembangunan di kawasan Cameron Highlands sejak beberapa dekad yang lalu ternyata telah memberi kesan jelas terhadap pola perubahan parameter cuaca khasnya suhu dan kelembapan bandingan. Sekiranya trend ini berterusan, perubahan iklim tempatan tersebut akan menjejaskan kelestarian komuniti tempatan baik dari segi alam sekitar mahu pun dari segi ekonomi dan sosial. Sungguhpun penebangan hutan dan perubahan pola guna tanah yang berkaitan dengannya tidak dapat dielakkan demi pembangunan, kegiatan tersebut boleh dikawal agar alam semulajadi dapat dipelihara dan dipulihkan. Perancangan pembangunan daerah Cameron Highlands secara bijaksana adalah sangat penting kerana keistimewaan iklim tempatan ini yang menjadi habitat pelbagai spesies endemik di samping kepentingan ekonominya kepada negara melalui industri pelancongan dan industri pertanian tanah tinggi yang unik. Perancangan pembangunan yang

teratur juga pemantauan dan penguatkuasaan undang-undang yang lebih cekap bagi memastikan penyahhutanan tidak berlaku secara sewenang-wenangnya perlu dilaksanakan. Walau bagaimana pun, pelaksanaan perancangan tersebut memerlukan kerja sama dan persefahaman antara pelbagai pihak di peringkat kerajaan pusat, kerajaan negeri dan kerajaan tempatan serta pihak-pihak lain yang berkepentingan di Cameron Highlands.

Rujukan

- Allen RT (1990) Insect endemism in the interior highlands of North America. *The Florida Entomologist* **73** (4), 539-569.
- Barrow C (2003) Sustainable agriculture in the Cameron Highlands, Malaysia. *Prosiding Pengurusan Persekitaran 2003*, hlm. 62-74.
- Chan NW, Barrow C, Clifton J, Kung HT (2003) An assessment of climate change in Cameron Highlands. *Prosiding Pengurusan Persekitaran 2003*, hlm. 585-599.
- Dale VH (1997) The relationship between land-use change and climate change. *Ecological Applications*. **7** (3), 753-769.
- Dewi Kirono GC (2005) A study of urban influence on rainfall in a tropical city, Indonesia (SURF). *IAUC Newsletter* **5** (2), 4-5.
- Dickinson RE (1991) Global change and terrestrial hydrology: A review. *Tellus* **43AB**, 176-181.
- Goldewijk KK, Ramankutty N (2004) Land cover change over the last three centuries due to human activities: The availability of new global data sets. *GeoJournal* **61** (4), 335-344.
- Hoffman D, Butler JH, Dlugokencky EJ, Elkins JW, Masarie K, Montzka SA, Tans P (2006) The role of carbon dioxide in climate forcing from 1979 to 2004: Introduction of the annual greenhouse gas index. *Tellus B* **58** (5), 614-619.
- Jusuf SK, Wong NH, Hagen E, Anggoro R, Hong Y (2007) The influence of land use on the urban heat island in Singapore. *Habitat International* **31** (2), 232-242.
- Kumaran S, Ainuddin AN (2003) Forests, water and climate of Cameron Highlands. *Prosiding Pengurusan Persekitaran 2003*, hlm. 1-7.
- Le Quéré C et al. (2009) Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geosciences* [cited 12 December 2010]. Available from: <http://www.nature.com/ngeo/journal/v2/n12/full/ngeo689.html>.
- Leong YK (1992) Conservation and development of Cameron Highlands. In: Lim RP, Lee SW (eds) *Hill Development: Proceedings of the Seminar*, 20-32. Malaysian Nature Society, Kuala Lumpur.
- Malhi Y, Grace J (2000) Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology and Evolution* **15**, 332-337.
- Meyer WB, Turner II BL (1992) Human population growth and global land use/cover change. *Annual Review of Ecology and Systematics* **23**, 310-317.
- Muul I, Liat LB (1978) Comparative morphology, food habits and ecology of some Malaysian arboreal rodents. In: Montgomery GG (ed) *The ecology of arboreal folivores*, 361-368. Smithsonian Institution Press, Washington DC.
- Nur Ikhwan Khusaini (2008) Pengaruh perubahan penutupan lahan terhadap distribusi suhu permukaan di Kota Bogor dengan menggunakan Citra Satelit Landsat dan Sistem Informasi Geografi (Skripsi Sarjana). Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor, Indonesia.
- Palencia P, Martinez F, Medina JJ, Vázquez E, Flores F, López-Medina J (2009) Effects of climate change on strawberry production [cited 15 January 2011]. Available from: http://www.actahort.org/books/838/838_6.htm.
- Parham W (2010) The rubber/tea agroforestry system of South China: A short review [cited 10 February 2011]. Available from: www.fas.org/china/lands/tea.htm.
- Pielke RA, Adegoke J, Beltra' N-Przekurat A, Hiemstra CA, Lin J, Nair US, Niyogi D, Nobis TE (2007) An overview of regional land-use and land-cover impacts on rainfall. *Tellus* **59B**, 587-601.

- Rödenbeck C, Houwelling S, Gloor M, Heimann M (2003) CO₂ flux history 1982–2001 inferred from atmospheric data using a global inversion of atmospheric transport. *Atmospheric Chemistry and Physics* **3**, 1919-1954.
- Rull V (2005) Biotic diversification in the Guyana Highlands: A proposal. *Journal of Biogeography* **32** (6), 921-927.
- Sagan C, Toon OB, Pollack JB (1979) Anthropogenic albedo changes and the earth's climate. *Science* **206** (4425), 1363-1368.
- Schimel DS, House JI, Hibbard KA, Bousquet P (2001) Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems. *Nature* **414**, 169-172.
- Shaharuddin Ahmad (1994) The diurnal variation of rainfall and urban development in Kuala Lumpur. Kertas kerja yang dibentangkan di Seminar Kebangsaan Persatuan Geografi Malaysia, Pulau Pinang, 17-19 Ogos.
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md Hashim (2006a) Changes in urban surface temperature in urbanized districts in Selangor, Malaysia. Paper presented at the 3rd. Bangi World Conference on Environmental Management. Equatorial Hotel, Bangi. 5-6 September.
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md. Hashim, Yaakob Mohd Jani (2006b) Menangani fenomena pulau haba bandar (PHB) sebagai isu alam sekitar di Malaysia khususnya di Bandaraya Kuala Lumpur. In: Stanislaus et al. (eds) *Kemelayuan Indonesia dan Malaysia* Vol 1, Bab 40. Departmen Kebudayaan dan Pariwisata RI, Jakarta.
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md Hashim (2007) Effects of soil moisture on urban heat island occurrences: Case of Selangor, Malaysia. *Humanity & Social Sciences Journal* **2** (2), 132-138.
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md. Hashim, Yaakob Mohd Jani (2008) Perubahan iklim mikro dan pembandaran: Satu penelitian terhadap hubungan syruktur litupan dengan suhu permukaan. Kertas kerja yang dibentangkan di *International Conference on Change and Transforming Spaces*. Danau, UKM, Bangi.
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md. Hashim, Yaakob Mohd Jani (2009) Fenomena pulau haba bandar dan isu alam sekitar di Bandaraya Kuala Lumpur. *Geografia: Malaysia Journal of Society and Space* **5** (3), 57-67.
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md. Hashim, Yaakob Mohd Jani, Kadaruddin Aiyub (2010a) Suhu nokturnal dan fenomena pulau haba bandar: Satu analisis di Pusat Pentabdiran Putrajaya. In: Kadir Ariffin, Aziz Ujang, Kadaruddin Aiyub, Azima Abdul Manaf, Marsitah Mohd Radzi, Mohamad Fauzi Sukimi, Azhan Awang, Mimi Hanida Abdul Mutalib. Azmi Aziz, Rosniza Aznie Che Rose, Mokhtar Jaafar, Abd. Hair Awang (eds) *Pembangunan, Sosial dan Persekitaran: Ke arah kesejahteraan hidup masyarakat Malaysia: Prosiding Persidangan Kebangsaan ke-3*, 509-517. PPSPP, FSSK, UKM, Bangi.
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md. Hashim, Yaakob Mohd Jani, Kadaruddin Aiyub, Muhamad Fahmi Mahamod (2010b) The effects of different land-uses on the temperature distribution in urban areas. Paper presented at the *Southeast Asian Geography association (SEAGA) Conference on 'Understanding the changing space, place and cultures of Asia'*. Hanoi, Vietnam. 23-26 November.
- Sham Sani (1972) Some aspects of urban microclimate of Kuala Lumpur, West Malaysia. *Akademika* **1**, 85-94.
- Sham Sani (1973) The urban heat island: its concepts and application to Kuala Lumpur. *Sains Malaysiana* **2**, 53-64.
- Sham Sani (1986) Temperatures in Kuala Lumpur and the merging Klang Valley conurbation, Malaysia. Report prepared for UNESCO under the Ecoville Project, Institute of Advanced Studies, University of Malaya.
- Silman MR (2007) Plant species diversity in Amazonian forests. In: Bush MB, Flenley JR (eds) *Tropical Rainforest Responses to Climatic Change*, 269-294. Praxis Publishing Ltd, Chichester.
- Sobri Effendi (2007) Keterkaitan ruang terbuka hijau dengan urban heat island Wilayah Jabotabek (PhD dissertation). Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor, Indonesia.